

Aus der HNO-Klinik und -Poliklinik im Klinikum Steglitz
der Freien Universität Berlin
Kommissarischer Direktor: Prof.Dr.med. K.W. Hommerich

Die Cranio-Corpo-Graphie, eine einfache Technik zur objektiven Registrierung und Auswertung von Körperstellreaktionen

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

an den

Medizinischen Fachbereichen der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Bärbel Breu geb. Schulz

aus Neukirch/Ostpr.

1971

Aus der HNO-Klinik und -Poliklinik im Klinikum Steglitz
der Freien Universität Berlin
Kommissarischer Direktor: Prof.Dr.med. K.W. Hommerich

Die Cranio-Corpo-Graphie, eine einfache Technik zur objektiven Registrierung und Auswertung von Körperstellreaktionen

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

an den

Medizinischen Fachbereichen der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Bärbel Breu geb. Schulz

aus Neukirch/Ostpr.

Referent: Priv. Doz.^r Dr. med. C.F. Claussen

Korreferent: Prof. Dr. med. D. Pellnitz

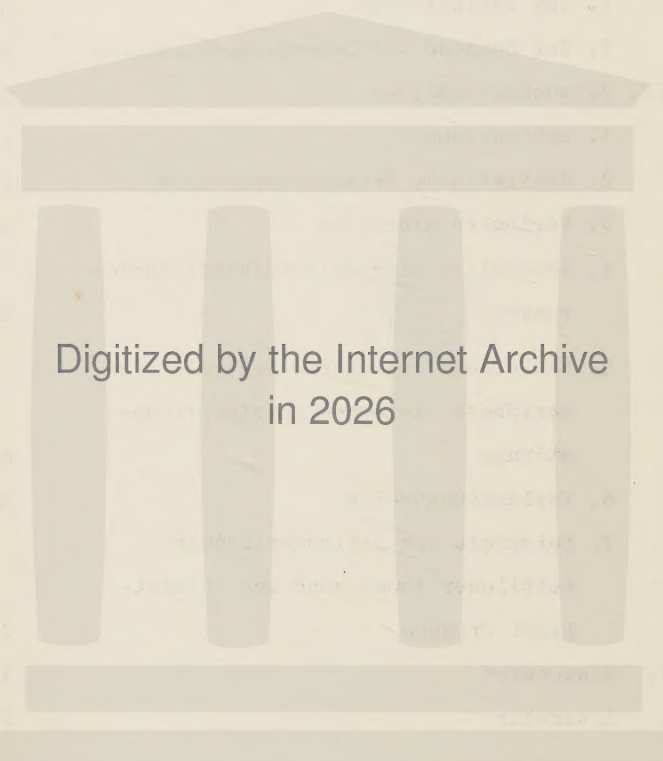


Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fachbereiche
der Freien Universität Berlin

Promoviert am: 10. August 1971

GLIEDERUNG

I.	Einleitung	S. 3
II.	Probanden und Untersuchungsmethoden	S. 10
	1. Zum Patienteneut	S. 10
	2. Zur Methode der Cranio-Corpo-Graphie	S. 13
III.	Versuchsergebnisse	S. 20
	1. Beobachtungen	S. 20
	2. Statistische Versuchsergebnisse	S. 24
	3. Periphere Störungen	S. 34
	4. Zentrale Gleichgewichtsfunktionsstö- rungen	S. 42
	5. Fälle ohne gesicherte zentrale oder periphere Gleichgewichtsfunktions- störung	S. 51
	6. Verlaufskontrolle	S. 56
	7. Beispiele von gleichgerichteter seitlicher Abweichung und endstel- liger Drehung	S. 60
IV.	Diskussion	S. 65
V.	Literatur	S. 74



Digitized by the Internet Archive
in 2026

I. EINLEITUNG

Für unsere Gleichgewichtsstabilisierung verlangen Liegen, Stehen und Gehen in aufsteigender Reihe immer kompliziertere Steuerreflexe. Während die Stehprüfung von ROMBERG (31) stark durch die Propriozeptivität und die Information aus den hinteren Längsbündeln des Rückenmarks beeinflusst wird, erfordert das Gehen eine zusätzliche raumorientierende Information aus beiden Vestibularorganen, insbesondere beim Gehen mit geschlossenen Augen. Die Gehreaktion läßt damit Rückschlüsse auf die Funktion der Vestibularorgane zu. Immerhin sollte berücksichtigt werden, daß bei der Untersuchung der Gehreaktion neben wichtigen Einflüssen beider Vestibularorgane auch Einflüsse und Störungen von seiten der motorischen Erfolgsorgane eine Rolle spielen.

Die Untersuchung der Einheit aus Vestibularorgan, Zentralnervensystem und motorischem Erfolgsorgan wurde von UNTERBERGER (36) zum sogenannten Unterbergerschen Tretversuch ausgebaut. Das heißt, der Patient soll mit geschlossenen Augen und ausgestreckten Armen 30 bis 100 mal auf der Stelle treten. Anschließend beurteilt der Arzt subjektiv seinen Eindruck von der Abweichung des Patienten.

FUKUDA (16), ZILSTORFF-PEDERSEN und PEITERSEN (28;37) haben diese von UNTERBERGER angegebene Methode zum sogenannten Stepping-Test weiterentwickelt, indem sie den Patienten in ein Koordinatensystem auf den Fußboden stellten und ihn mit geschlossenen Augen aufforderten, 80 bis 100 Schritte pro Minute auszuführen. Die Abweichungsdifferenz der Fußendstellung gegenüber der Fußausgangsstellung läßt sich aus den Kreidemarkenunterschieden in dem auf dem Fußboden eingezeichneten Polarkoordinatensystem ablesen.

Der Steptest in dieser Form schreibt dem Patienten eine Nulllage vor, die er konstant über 80 bis 100 Schritte beibehalten soll. Jede Abweichungstendenz kann klinisch-diagnostisch, insbesondere mit otologischen und neurologischen Diagnosen in Zusammenhang gebracht werden.

Im Gegensatz zum Steptest benutzen die Neurologen schon seit langem den Gangtest, wobei der Patient auf einer auf dem Fußboden eingezeichneten oder gedachten Linie vor- oder rückwärts gehen soll. Dieser Test wurde von GRAYBIEL und FREGLY (14;17) zur sogenannten Ataxia-Test-Batterie ausgebaut. Die beiden Autoren legen den Gedanken zugrunde, daß der Patient mit geschlossenen Augen wiederholt bestimmte Gangstrecken und Gangrichtungen

beibehalten soll. Statistisch wird in einer bestimmten Anzahl von Versuchen ermittelt, wie oft der Patient nach welcher Seite abweicht. Die Sicherung der Abweichungstendenz erfolgt als statistisches Maß von m Abweichungen in einer bestimmten Richtung pro n Versuchen. Dieser Test ist einfach durchführbar. Er erfordert aber relativ viel Zeit wegen der häufigen Versuchswiederholungen. Die Auswertung erfolgt im wesentlichen nach den subjektiven Eindrücken des Untersuchers, der jedes Versuchsergebnis mit Plus- oder Minus-Marken markiert.

Beide Testverfahren, sowohl der Steptest als auch der Ataxiatest, haben im wesentlichen die Steuerung der Füße zum Gegenstand der Untersuchung. Diese Fußsteuerung wird meistens mit Kreidemarken als Differenz zwischen Ausgangs- und Endstellung sichtbar gemacht. Ein wichtiges Steuerziel beim Gehen ist aber der Kopf. Die Steuerung des Kopfes konnte mit den bisherigen Methoden nur subjektiv und unzuverlässig beurteilt werden.

Nimmt man als Steuerziel des vestibulo-spinalen Reflexsystems die Haltung des Kopfes an, so muß man versuchen, das Haupt während der einzelnen Steptestversuche zu markieren und dessen Bewegungen zu registrieren. Das kann in Anlehnung an die von TALPIS (34) 1927 erstmals

beschriebene fotooptische Registrierung mittels Glühbirnenmarkierung und einer Kamera geschehen. TALPIS verwendete seinerzeit die Methode als graphische Registrierung des Zeige- und Einstellversuches der Armtonus- und Abweichreaktion während der Kalorisation. Dieser Test wurde 1945 von NYMAN (26) zum sogenannten Tipping- and Pointing-Test ausgebaut. Da aber gerade die Feinsteuerung der Hand durch zahlreiche andere Steuerkreise aus dem extrapyramidalen System überlagert ist, eignet sich dieser Test weniger gut als der Steptest zur Aufzeigung von spontanen Tonusdifferenzen, die durch vestibuläre Störungen bedingt sind.

1960 wurde die Registriertechnik von GÜTTICH (18) wieder aufgenommen, indem er Glühlampen in einen Helm montierte und die Patienten sich um ihre Körperachse drehen ließ. Die Methode der Leuchtspurschreibung von Körperbewegungen war seinerzeit immer wieder dadurch behindert, daß die Untersuchung und die Beurteilung des fertiggestellten Fotos zeitlich weiter auseinander lagen. Erst neuerdings durch die Einführung einer Sofortbildkamera vom Typ Polaroid durch CLAUSSEN (2;8;9) kann diese Methode für die Routine herangezogen werden, da sofort nach Ausführung des Versuches ein fertig entwickeltes Foto vorliegt.

Sieht man das Haupt als Steuerziel an, so muß zur Auswertung ein Bezugssystem mit in das Foto eingeblendet werden. Als Bezugssystem wurde von CLAUSSEN das schwenkbare Leuchtpolarkoordinatensystem entwickelt. Aus dem fertigen Bild kann das Ergebnis der Prüfung quantitativ herausgelesen werden. Auch bleibt das gesamte Bewegungsmuster des Hauptes in einer Aufnahme aufgezeichnet. Es kann also zur deutenden Diagnostik auf einen Blick herangezogen werden. Es sollte erwähnt werden, daß diese Methode der fotooptischen Registrierung den Vorzug der geringen apparativen Investition bietet.

Angemerkt werden muß in dieser Einleitung, daß in den letzten 20 Jahren in der medizinischen Untersuchungstechnik ein starker Trend zur elektronischen Registrierung zu beobachten ist. Auch die Stehreaktionen wurden von verschiedenen Autoren einer elektronischen Registrierung unterzogen. Es sei besonders auf die Arbeit von UCHYTIL (35) hingewiesen, der seine Patienten zur Überprüfung der Stehreaktion zwischen die großen Plattenpaare eines Kondensators bringt. Körperschwankungen werden dann als Kapazitätsänderungen auf einem Schreiber registriert. Die Deutung solcher Kurven erfordert allerdings eine spezielle Auswertungstechnik und eine Transformation eventuell in ein Deutungsschema.

HENRIKSSON et al. (21;23) verwendeten ein System von mehreren elektronischen Waagen, deren Meßergebnisse über ein Rechenwerk fortlaufend den Schwerpunkt des menschlichen Körpers berechnen. DOLOWITZ, HENRIKSSON und FORSSMAN (12;13) haben außerdem ein System angegeben, um die Steuerung des Hauptes, die Laterotorsion, messend zu registrieren. Dazu legen sie den Kopf des Patienten auf zwei Druckrezeptoren und registrieren simultan mit der kalorischen Nystagmusreaktion die Abweichreaktion des Kopfes. Der letztgenannte Versuch wird in den verschiedenen Labors als Routinemethode verwendet.

Im Zusammenhang mit den elektronischen Registrierverfahren muß aber darauf hingewiesen werden, daß diese Methoden meist statische Reaktionen benutzen, da sie auf eine entsprechende Nullpunktlage angewiesen sind. Die Cranio-Corpo-Graphie hingegen kann dynamische Reaktionen wie die des Gehens, die Tretreaktion auf der Stelle, den Steptest, für die Registrierung verwertbar machen. Wie groß der Einfluß vestibulärer Impulse auf die Steptestreaktion ist, wurde bereits von ZILSTORFF-PEDERSEN, PEITERSEN (37;28) und FUKUDA (16) nachgewiesen. Sie konnten zeigen, daß minimale thermische bzw. rotatorische Stimuli genügen, um den Probanden signifikant abweichen zu lassen.

Mit Hilfe der Cranio-Corpo-Graphie ist es möglich, speziell die Halsstellreflexe zu untersuchen, wenn Schultern und Kopf mit Leuchtmarken versehen sind. Es wird ein Bewegungsmuster des Kopfes und ein Bewegungsmuster der Schultern, d.h. des Rumpfes, aufgezeichnet. Differenzen zwischen beiden Bewegungsmustern im Rahmen einer Untersuchung können in Zusammenhang gebracht werden mit einer unterschiedlichen Kopf-Hals-Steuerung.

II. PROBANDEN UND UNTERSUCHUNGSMETHODEN

1. ZUM PATIENTENGUT

Untersucht wurden 170 Probanden, vorwiegend poliklinische Routinepatienten der HNO-Poliklinik des Klinikum Steglitz der Freien Universität Berlin im Zeitraum von Februar bis Mai 1970.

247 Untersuchungen liegen insgesamt vor. Die Altersverteilung erstreckt sich über die ersten 8 Lebensdekaden mit einem Gipfel in der Altersklasse zwischen 21 und 30 sowie einem zweiten in der Altersklasse zwischen 51 und 60 Jahren. (Abb. 1)

Hinsichtlich der otologischen und otoneurologischen Diagnosen ist das Patientengut inhomogen gegliedert. Zusätzlich liegen otologische bzw. neurologische bzw. internistische Befunde vor. Hinzu kommen Tonschwellenaudiogramme und die Ergebnisse der verschiedenen Methoden der experimentellen Gleichgewichtsfunktionsprüfungen.

ALTERSVERTEILUNG

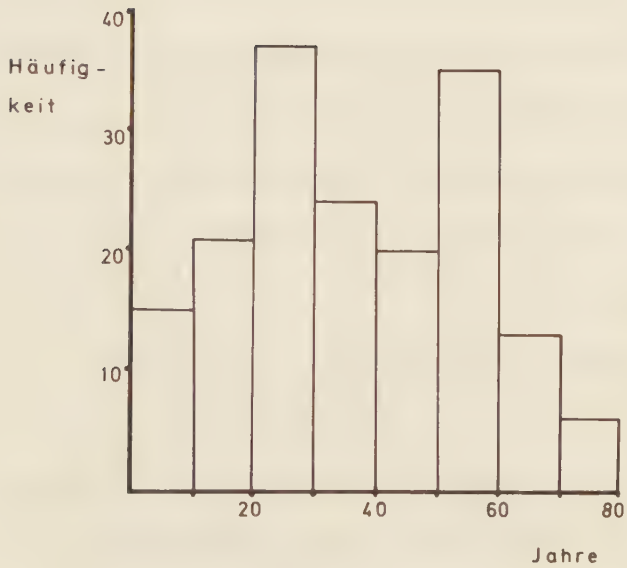


Abb. 1 Altersverteilung von 170 Versuchspersonen.

In 104 Fällen wurden Veränderungen im Tonschwellenaudiogramm festgestellt. In 107 Fällen wurde ein Elektro-nystagmogramm der kalorischen Nystagmusreaktion angefertigt und mit Hilfe des sogenannten Schmetterlings-vestibulogramms nach CLAUSSEN (2;3;7;8;) ausgewertet. In ca.50% der Fälle, d.h. bei 84 von 170 Patienten, wurde eine pathologische vestibulo-oculäre Reaktion im Schmetterlingsvestibulogramm festgestellt.

Als weitere Untersuchungen wurden gleichzeitig durchgeführt: der Kalorisations-Pendel-Interferenz-Test, der Blickpendelfolgeversuch und der orthogonale Blickfolgeversuch mit Auswertung im Drachenschema (Literaturverzeichnis: 2;4;5;6;19;32).

Aus der mustererkennenden Deutung des Audiogramms und des Schmetterlingsschemas als auch aus dem Drachenschema können prima vista gewisse Zusammenhänge mit bestimmten peripheren bzw. zentralen Erkrankungen im Gleichgewichtssystem abgeleitet werden.

Im hier zur Diskussion gestellten Cranio-Corpo-Graphie-Bild fallen Aufzeichnung und Deutungsbild in einem Dokument zusammen.

2. ZUR METHODIK DER CRANIO-CORPO-GRAPHIE

Der Patient wird aufgefordert, in einem dunklen Raum ohne mögliche Geräuschorientierung mit geschlossenen Augen und vorgestreckten Armen 80 bis 100 Schritte auf der Stelle zu treten. Diese Anordnung entspricht dem Vorgehen im Steptest. Die Besonderheit der hier angewendeten Untersuchungstechnik liegt in der foto-optischen Registrierung mit Hilfe einer Sofortbildkamera vom Typ Polaroid. Die Ergebnisse stehen in Form einer Fotografie innerhalb von 15 sec nach Versuchsende zur Verfügung.

Stirn und Hinterhaupt, in einem Teil der Fälle auch beide Schultern, sind durch Glühbirnen markiert, die von einer Batterie im aufgesetzten Arbeiterschutzhelm gespeist werden. Zur Raumorientierung bzw. als Bezugssystem für die so entstehenden Leuchtspuren wird vor oder nach der Untersuchung ein Leuchtpolarkoordinatensystem eingeblendet. Dazu dient ein Ständer mit einem rechtwinkligen Leuchtkreuz mit 4 1-m-langen Armen, die der Kopfhöhe des Patienten angepaßt werden können (Abb. 2). Im Abstand von je 20 cm sind darauf Glühbirnen angebracht. Das Leuchtkreuz läßt sich mit Hilfe einer Spezialhalterung mit Arretierung um 45° schwenken. So er-



Abb. 2 Markierung des Kopfes und der Schultern mit
Glühbirnen. Ständer mit schwenkbaren Armen in
Kopfhöhe mit Glühbirnen als Leuchtmarken.

geben sich 4 jeweils um 45° unterbrochene Kreissegmente. (Abb. 3).

Der im Labor zur Verfügung stehende Untersuchungsraum ist für eine senkrechte Aufnahmetechnik zu niedrig. Durch Zwischenschaltung eines schräg an der Wand angebrachten Spiegels läßt sich der entscheidende Raumabschnitt aus günstigerer Sicht erfassen. Zusätzlich kann die virtuelle Tiefe den Abstand der Kamera vom Probanden noch vergrößern. Es entsteht ein seitenverkehrtes ellipsenförmiges Bild. Mit Hilfe einer anastigmatischen Linse kann bei der Auswertung das Bild entzerrt werden. Bei der schrägen Aufnahmetechnik wird meist auf die Beleuchtung der Schultern verzichtet.

Die Patienten der Ohrstation konnten gruppenweise in einem hohen Raum (Hörsaal) untersucht werden. Die senkrechte Aufnahmetechnik ermöglicht primär ein kreisförmiges Polarkoordinatenbild. Meist sind hier zusätzlich beide Schultern beleuchtet. Die Auswertung dieser Bilder ist einfacher, da sie weder verzerrt noch seitenverkehrt sind.



Abb.3 Bewegungsmuster des Kopfes als Leuchtspur im
eingblendeten Leuchtpolarkoordinatensystem.
Senkrechte Projektion.

Die Methode schließt theoretisch die Untersuchung von Patienten aus, die bettlägerig sind, die durch schwerere Störungen der Beine wie etwa Thrombosen oder Prothesen behindert sind. Allerdings weist ein Beinprothesenträger bei der praktischen Untersuchung durchaus brauchbare Ergebnisse auf. Es ergeben sich keine auffälligen Drehungen oder seitlichen Abweichungen.

Vorwiegend können Vorwärtsbewegungen, Drehungen des Kopfes und des Körpers sowie Schwankungen des Kopfes registriert werden. Daraus werden als wichtigste Auswertungskriterien 4 Parameter abgeleitet (Abb. 4 u. 5):

1. Die seitliche Abweichung in Winkelgrad: Messung des Abweichungswinkels zwischen der Geradeausrichtung in Ausgangsstellung und der Verbindungslinie des Ausgangspunktes mit dem Endpunkt.
2. Die Endstrecke in cm (Skalar): die geradlinige Verbindung von Ausgangs- und Endstandpunkt.
3. Die endstellige Drehung des Kopfes in Winkelgrad: Messung des Abweichungswinkels zwischen der Achse des Hauptes in Ausgangsstellung und der in Endstellung. Die Leuchtmarkierung der Stirn und des Hinterhauptes ermöglicht ein einfaches Erkennen dieser Achse. Durch

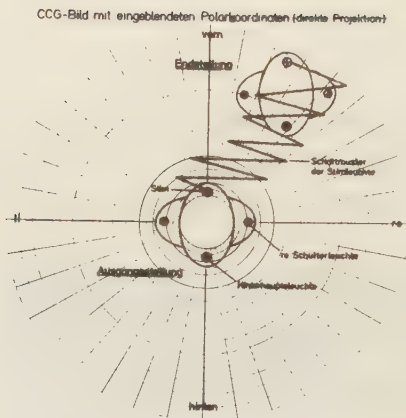
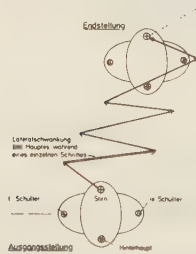
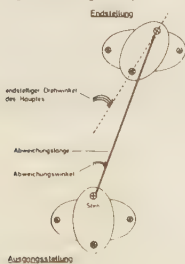


Abb. 4

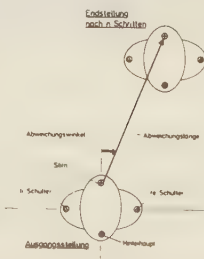
CCG-Bild mit Aufzeichnung der Lateral-
schwankungen während jedes einzelnen
Schrittes



CCG-Bild mit Rechtsabweichung und end-
seitiger Rechtsdrehung des Kopfes



CCG-Bild mit einfacher Rechtsabweichung



CCG-Bild mit Rechtsabweichung und end-
seitiger gleicher Rechtsdrehung des Kopfes
und des Rumpfes

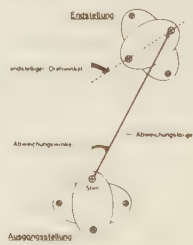


Abb. 5

eine zusätzliche kurze Belichtung in Ausgangs- und Endstellung sind beide Positionen außerdem anhand des Schutzhelmes im Bild erkennbar.

4. Die Lateralschwankungen des Kopfes während jedes einzelnen Schrittes in cm. Die Messung erfolgt durch den direkten Vergleich mit den Polarkoordinatenabständen.

Die seitliche Abweichung und die endstellige Drehung können in unübersichtlichen Fällen durch Vektordiagramme im Polarkoordinatensystem zeichnerisch ermittelt werden. Die graphische Darstellung im Polarkoordinatensystem erscheint anschaulich und entspricht den praktischen Gegebenheiten.

III. VERSUCHSERGEBNISSE

1. BEOBACHTUNGEN

Das häufigste CCG-Muster beinhaltet eine Bewegung nach vorn, eine seitliche Abweichung des Körpers, eine Drehung des Kopfes und seitlich geknotete Lateralschwankungen.

Prima vista erscheinen die Lateralschwankungen einzelner Probanden besonders persönlichkeitspezifisch. Während sich der Betrag der seitlichen Abweichung und der endstelligen Drehung bei Wiederholungen häufig verändert, kann mit auffälliger Konstanz das gleiche Grundmuster der Lateralschwankungen beobachtet werden.

Muster verschiedenartiger Gestalt fallen auf: verschlungene, eckige, sägezahnartige; unruhige, diffuse Bilder ohne erkennbare regelmäßige Grundbewegung, breite, ausfahrende Schwankungen, zierliche hüpfende Bewegungen, ausgedrückt durch vertikale Zacken und Kringel (bei Kindern und jungen Mädchen). (Abb. 6 bis 9)

Bei Patienten mit zentralen Gleichgewichtsfunktionsstörungen werden häufig breite Lateralschwankungen gefun-

den. Die Richtung der seitlichen Abweichung bzw. der endstelligen Drehung des Kopfes wird bei Wiederholungen überwiegend beibehalten. Wie oben angedeutet, erscheint der Betrag der seitlichen Abweichung bzw. der endstelligen Kopfdrehung bei Wiederholung häufig verändert.

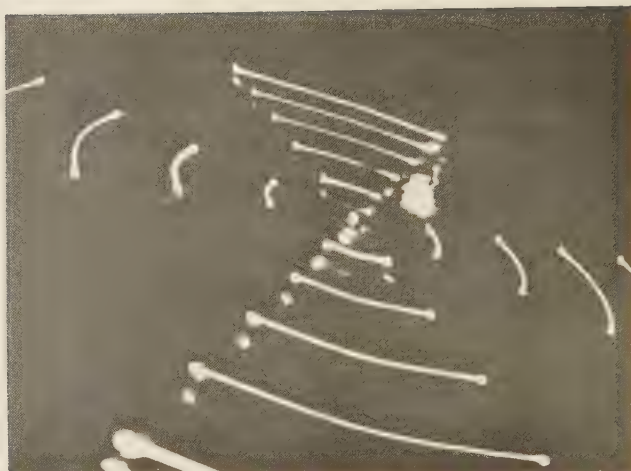


Abb. 6 Gesunde Versuchsperson. Treten auf der Stelle ohne Abweichungen. Schräge, spiegelbildliche Projektion.

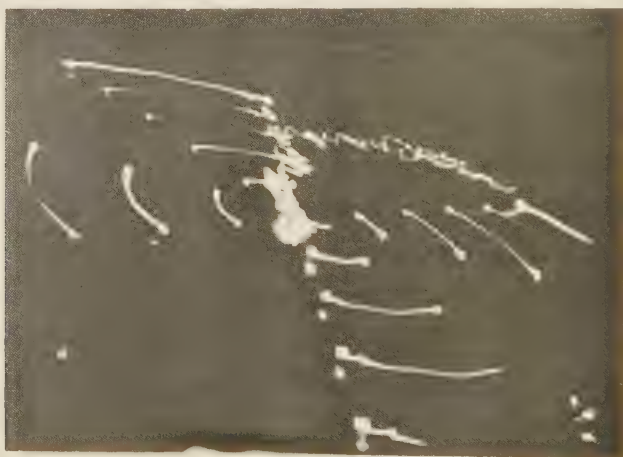


Abb. 7 Gesunde Versuchsperson. Vorwärtsbewegung, seitliche Abweichung und endstellige Drehung um 45° nach links. Schräge, spiegelbildliche Projektion.



Abb. 8 Gleichgewichtsstörung. Taumelnder Rückwärtsgang.
Schräge, spiegelbildliche Projektion.

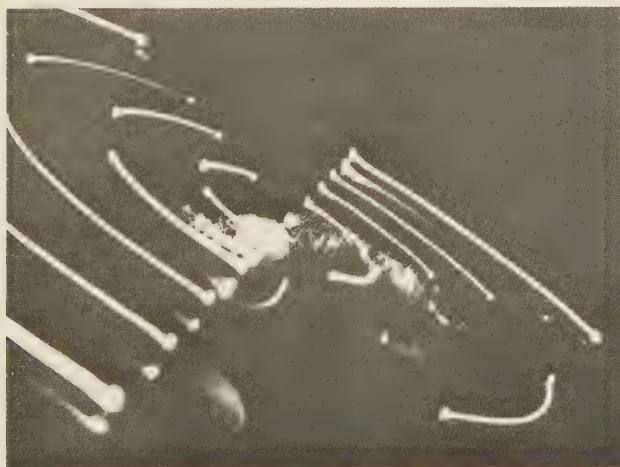


Abb. 9 Hüpfende Bewegung beim 13-jährigen Kind.
Schräge, spiegelbildliche Projektion.

2. STATISTISCHE VERSUCHSERGEBNISSE

Sämtliche Versuche werden hinsichtlich der oben angeführten Parameter ausgewertet. Die Mittelwerte und Standardabweichungen werden danach berechnet. Wird die Ausgangsstellung in den Nullpunkt des Polarkoordinatensystems projiziert bzw. transformiert und der Null-Gradpfeil der rechtsgerichteten Winkelrosette nach links seitlich gelegt ^(x) (s. Abb. 10), so ergibt sich als Mittelwert $\pm$ Standardabweichung von 247 Untersuchungen eine Endstellung mit einer Strecke von

$$67,95 \pm 30,10 \text{ cm,}$$

einer seitlichen Abweichung nach rechts um

$$10,41 \text{ entsprechend } 100,41 \pm 59,26 \text{ Winkelgrad (Abb. 10)}$$

und einer endstelligen Kopfdrehung nach rechts um

$$23,02 \text{ entsprechend } 113,02 \pm 74,62 \text{ Winkelgrad. (Abb. 11)}$$

Für die Lateralschwankungen des Kopfes während jedes einzelnen Schrittes ergibt sich ein Betrag von

$$10,85 \pm 7,07 \text{ cm.}$$

Diese Werte werden als Normbereiche zugrunde gelegt.

Angemerkt sei, daß insgesamt 125 Probanden nach links, 112 nach rechts drehen; 10 weisen keine Abweichung auf. Der zahlenmäßig überwiegenden Linksabweichung steht die

- (x) Aus rechentechnischen Gründen hat der Proband in diesem System in Ausgangsstellung eine Blickrichtung nach + 90° (s. Abb. 10)



Abb. 10

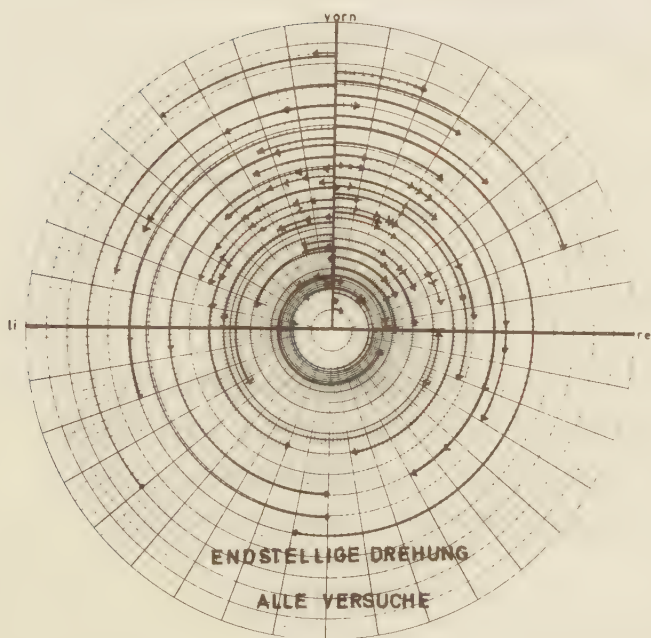


Abb. 11

betragsmäßig überwiegende Rechtsabweichung gegenüber. Angesichts der geringfügigen zahlen- und betragsmäßigen Abweichungen von der Ausgangsrichtung könnte man sagen, daß im Durchschnitt die Mittellage mit einer relativ großen Streuung angesteuert wird.

In ca. 50% der Fälle, d.h. bei 84 von 170 Patienten, läßt sich eine objektivierbare Gleichgewichtsfunktionsstörung feststellen. Die pathologischen Schmetterlingsmuster treten nach Häufigkeiten geordnet in folgender Reihenfolge auf:

1. einseitiger Warmverlust mit Ausfallnystagmus zur Gegenseite (peripher).
2. bilateral asymmetrischer Schmetterling mit einseitiger Unterfunktion (peripher) bzw. nystaktisches Richtungsüberwiegen (zentral oder peripher) bzw. großer Schmetterling (zentral).
3. bilateral asymmetrischer Schmetterling mit einseitiger Überfunktion (zentral) bzw. kleiner Schmetterling (peripher).
4. einseitiger Kaltverlust (unklar).

Eine klare Trennung zwischen peripheren und zentralen Störungen ist nicht immer möglich, da in einigen Fällen gleichzeitig Veränderungen vorgefunden werden, die sowohl für periphere als auch für zentrale Störungen sprechen.

Den peripheren Störungen sind ebenfalls die Patienten der Ohrstation zuzuordnen. Bei diesen (35 Fälle) handelt es sich vorwiegend um einen sogenannten Zustand nach Tympanoplastik zwischen dem 7. und 20. postoperativen Tag. Weiter sind 4 Patienten mit einseitigem Hörsturz und 6 Patienten mit Morbus Menière sowie ein Fall von Morbus Lermoyez unter den Probanden. Die meisten Patienten wurden von der HNO-Poliklinik überwiesen. Naturgemäß findet sich hier eine größere Anzahl von Fällen mit Otitis media chronica.

Die Mittelwerte und Standardabweichungen für die 4 Parameter der nach Diagnosen aufgegliederten Probandengruppen sind in Tabelle 1 und den nachfolgenden Histogrammen dargestellt. (Abb. 12 bis 15)

Hinsichtlich der diagnostischen Wertigkeit der einzelnen Parameter ergibt sich folgende Rangordnung:

1. Lateralschwankungen: Bei den zentralen Gleichgewichtsfunktionsstörungen sind die Lateralschwankungen mit $17,37 \pm 9,25$ cm signifikant verbreitert. Eine geringe Zunahme gegenüber dem Normbereich aller Versuche ergibt sich für Versuchspersonen über 50 Jahre. Die geringste Schwankungsbreite weist die Gruppe der Versuchspersonen ohne pathologischen Befund auf.

2. Seitliche Abweichungen: Mittelwert und Standardabweichung der peripheren Störungen weichen sichtbar vom Normbereich aller Versuche ab. Die geringste Streuung wird bei den zentralen Störungen verzeichnet.
3. Endstellige Drehungen: Bei den zentralen Störungen findet man die geringste Streuung. Der Mittelwert unterscheidet sich unwesentlich von dem der anderen Gruppen. Aus der Darstellung können keine sichtbaren Abweichungen vom Normbereich aller Versuche abgeleitet werden.
4. Skalare: Es kann keine Gruppe besonders hervorgehoben werden, es sei denn die Gruppe der Versuchspersonen ohne pathologischen Befund, bei der die breiteste Streuung zu verzeichnen ist. Die Verwertbarkeit dieses Parameters für die Diagnostik ist zweifelhaft.

Tabelle 1

Mittelwerte und Standardabweichungen

	seitliche Abweichung (Winkelgrad)	endstellige Drehung (Winkelgrad)	Skalar (cm)	Lateralschwan- kungen (cm)
alle Fälle (247)	100,41 $\pm$ 59,26	113,02 $\pm$ 74,62	67,95 $\pm$ 30,10	10,85 $\pm$ 7,07
Fälle ohne patho- logischen Befund (87)	94,11 $\pm$ 56,28	117,51 $\pm$ 70,3	69,05 $\pm$ 31,72	8,01 $\pm$ 4,47
Fälle mit patho- logischem Ohrbe- fund (104)	102,20 $\pm$ 60,92	108,04 $\pm$ 72,19	69,93 $\pm$ 30,92	12,23 $\pm$ 7,22
Fälle mit patho- logischem ENG (108)	104,07 $\pm$ 67,35	108,66 $\pm$ 70,88	61,00 $\pm$ 24,67	13,83 $\pm$ 8,38
periphere Störun- gen (40)	113,2 $\pm$ 75,4	103,7 $\pm$ 74,2	65,9 $\pm$ 27,7	10,2 $\pm$ 6,1
zentrale Störun- gen (38)	95,38 $\pm$ 48,2	104,37 $\pm$ 47,26	60,19 $\pm$ 26,3	17,37 $\pm$ 9,25
Versuchspersonen über 50 Jahre (82)				13,30 $\pm$ 7,86

LATERALSCHWANKUNGEN (cm)

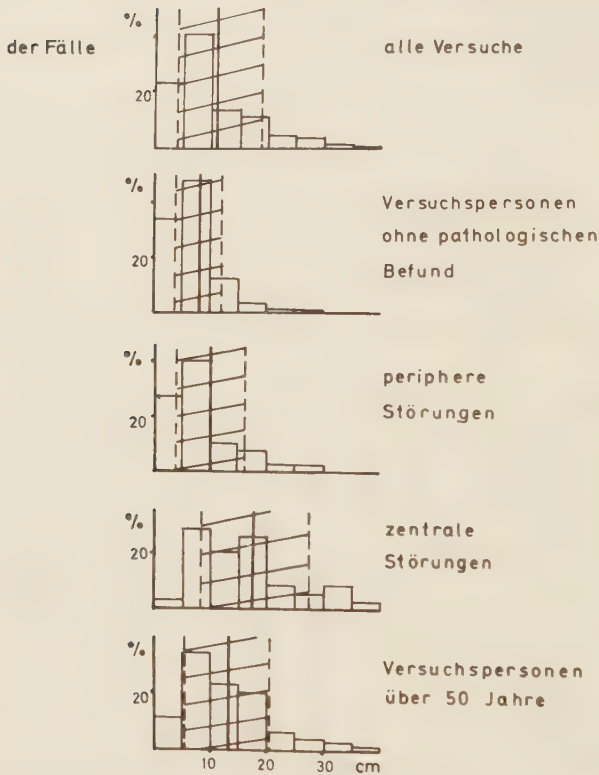


Abb. 12 Lateralschwankungsbreite in cm.
Man beachte den großen Mittelwert und die auffällige Streubreite bei den zentralen Gleichgewichtsfunktionsstörungen.

SEITLICHE ABWEICHUNG ($\frac{1}{4}^\circ$)

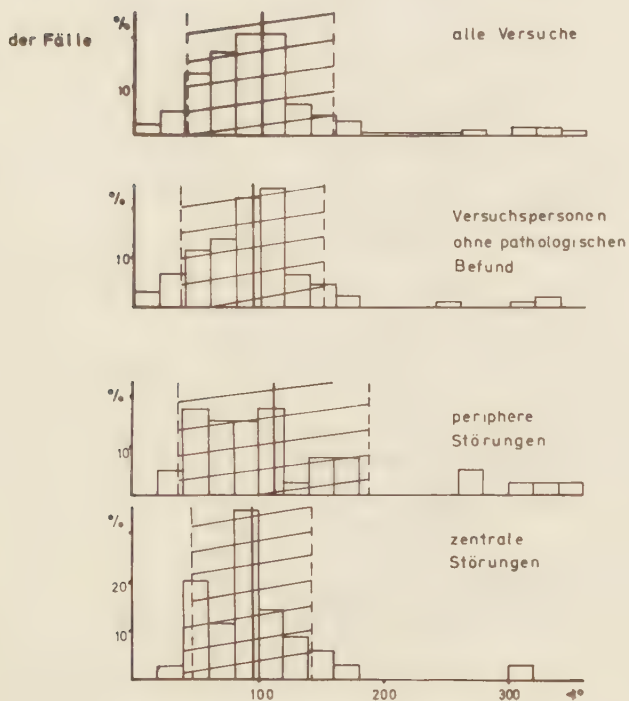


Abb. 13 Seitliche Abweichung in Winkelgrad.
Man beachte die große Streubreite bei den
peripheren und die relativ kleine bei den
zentralen Störungen.

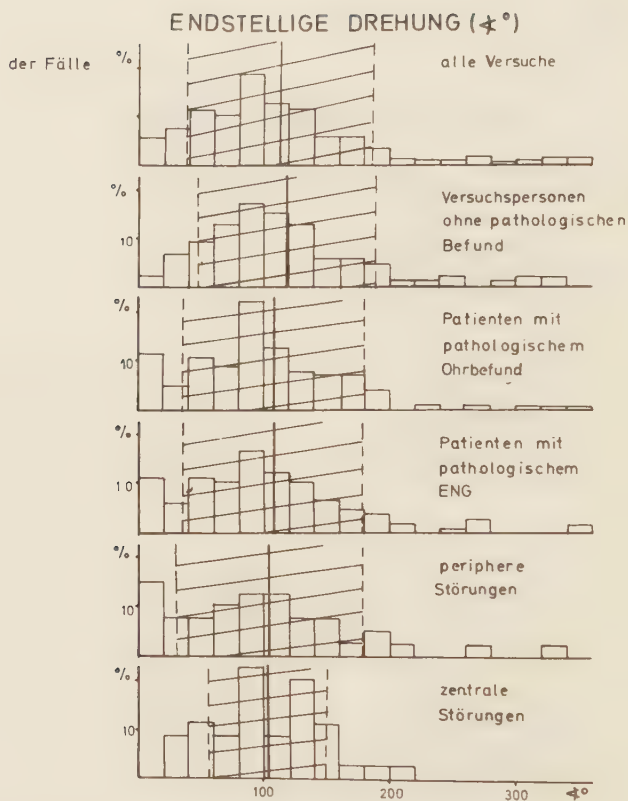


Abb. 14 Endstellige Drehung in Winkelgrad.
Man beachte die geringste Streuung bei
Patienten mit zentralen Störungen.

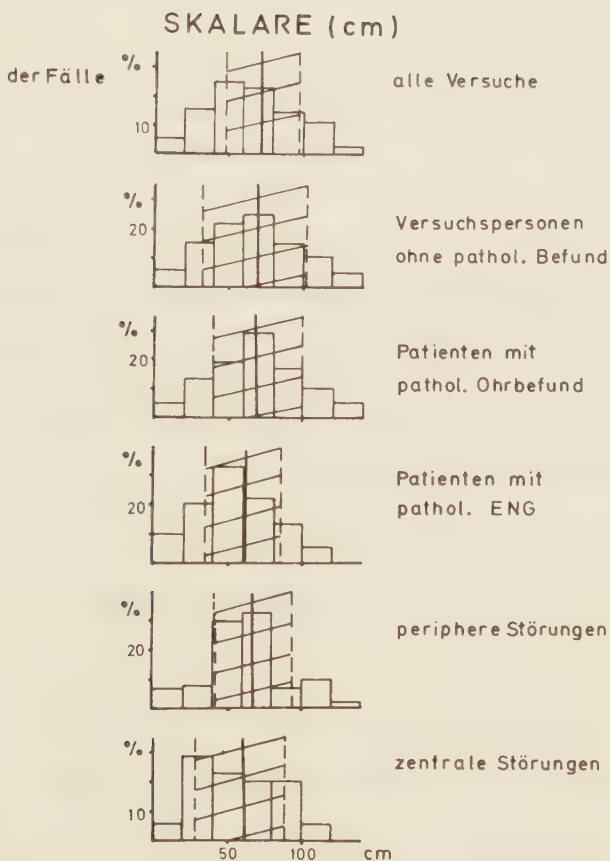


Abb. 15 Skalare der linearen Abweichung zwischen Ausgangs- und Endstellung.
Die Histogramme der verschiedenen Patientengruppen weisen kaum verwertbare Unterschiede auf.

3. PERIPHERE STÖRUNGEN

Bei der Darstellung in Histogrammen ergibt sich bereits für die 104 Patienten mit pathologischem Ohrbefund bzw. bei Ohroperierten eine sichtbare Differenzierung. (s.o.:seitliche Abweichung).Drehungen,Abweichungen werden in Abhängigkeit von Seitenunterschieden untersucht.(Operation links,Operation rechts,Ohrerkrankung links,Ohrerkrankung rechts,Ohrerkrankung beidseits).Dabei stellt sich eine deutliche Abhängigkeit der Drehrichtung des Kopfes sowie der seitlichen Abweichung zur behandelten bzw. erkrankten Seite heraus.

Einige nach PEARSON (20) rechnerisch ermittelte Korrelationskoeffizienten sollen angeführt werden:

Drehung des Kopfes zur operierten Seite:	0,37
Seitliche Abweichung zur operierten Seite:	0,47
Drehung des Kopfes zur erkrankten Seite:	0,633
Seitliche Abweichung zur erkrankten Seite:	0,575

Bei der Auswertung fällt auf,daß diejenigen Patienten, die sich entgegen der einseitigen Ohrstörung bewegen, meist weit über den Normbereich hinaus abweichen.Man kann bei diesen Patienten eine primäre starke irritative Seitenstörung vermuten.

Die Beziehung zwischen seitlicher Abweichung und endstelliger Drehung läßt sich graphisch darstellen. (Abb. 16) Bei den peripheren Störungen sieht man, daß mit großer Regelmäßigkeit die endstellige Drehung zunimmt, wenn die seitliche Abweichung größer wird. Es besteht ein weitgehend linearer Zusammenhang.

Fälle mit homolateraler Abweichung nach einseitiger Ohroperation bzw. bei einseitiger Ohrerkrankung

Die statistischen Ergebnisse werden in der Folge durch je einen Fall belegt. Einmal handelt es sich um einen sogenannten Zustand nach einseitiger Ohroperation, zum anderen um eine einseitige Ohrerkrankung. Im Cranio-Corpo-Graphie-Bild weichen beide deutlich zur Seite des operierten bzw. erkrankten Ohres ab.

M.N., weiblich, 62 Jahre.

Zustand nach Tympanoplastik links. Seit Jahren Otitis media chronica beidseits. Im CCG am 15. postoperativen Tag extreme endstellige Drehung nach links. (Abb. 17)

CCG-Auswertung entsprechend den Parametern der Abb. 5: seitlicher Abweichungswinkel ca. 100° nach links, Abweichungslänge ca. 10 cm, endstelliger Drehwinkel des Hauptes ca. 175° nach links, Lateralschwankungen des Hauptes ca. 5 cm.

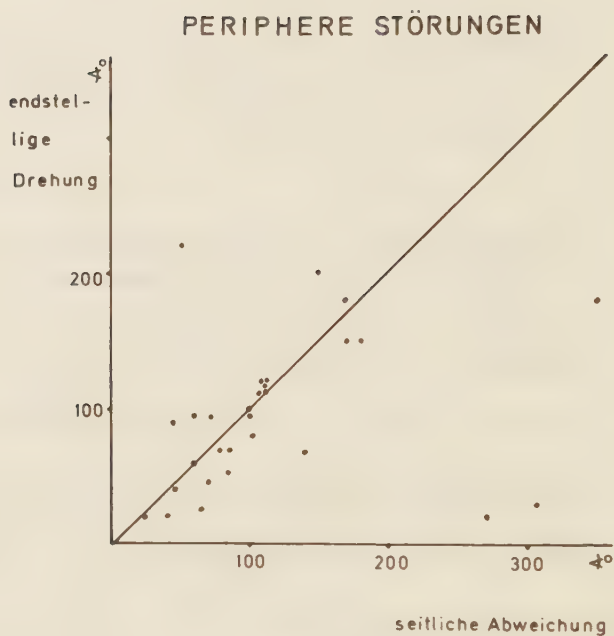


Abb. 16 Graphische Darstellung des Verhältnisses von endstelliger Drehung zu seitlicher Abweichung bei Patienten mit einer peripheren Gleichgewichtsfunktionsstörung. Man beachte den weitgehend linearen Zusammenhang zwischen beiden Parametern bei dieser Patientengruppe.

R.B., weiblich, 60 Jahre.

Periphere Störung links. Seit Jahren Drehschwindelanfälle, teilweise mit Erbrechen. Tinnitus und Hörverminderung links. Im Tonschwellenaudiogramm links eine Innenohrschwerhörigkeit in mittleren und höheren Frequenzen. Das Elektronystagmogramm spricht für eine periphere Störung links. Im CCG reproduzierbare seitliche Abweichung und endstellige Drehung nach links. (Abb. 18;19)

CCG-Auswertung entsprechend den Parametern der Abb. 5:

1. Untersuchung:

seitlicher Abweichungswinkel ca. 80° nach links,
Abweichungslänge ca. 80 cm,
endstelliger Drehwinkel des Hauptes ca. 90° nach links,
Lateralschwankungen des Hauptes ca. 18 cm.

2. Untersuchung: (Abb. 19)

seitlicher Abweichungswinkel ca. 10° nach links,
Abweichungslänge ca. 30 cm,
endstelliger Drehwinkel des Hauptes ca. 90° nach links,
Lateralschwankungen des Hauptes ca. 20 cm.

Fälle ohne Seitenabweichung bei beidseitiger Ohrerkrankung

Von einer gewissen Bedeutung ist die Frage, ob Fälle mit beidseitiger Ohrerkrankung abweichen und wenn ja, nach welcher Seite. 7 von 28 Fällen weisen keine oder nur eine sehr geringe seitliche Abweichung bzw. endstellige Drehung auf. Bei Wiederholungen kommt es in 5 Fällen zur entgegengesetzten seitlichen Abweichung bzw. endstelligen Drehung. Die Patienten dieser Gruppe zeigen keine so

eindeutige und reproduzierbare Abweichungstendenz wie die Patienten der anderen Gruppe. Zur Demonstration dieser Ausführung wird auf den nachfolgenden Fall hingewiesen.

P.R., männlich, 33 Jahre.

Otitis media chronica beidseits. Im Tonschwellenaudiogramm beidseits eine mittelgradige Schalleitungsschwerhörigkeit. Im CCG minimale seitliche Abweichung und endstellige Drehung. (Abb. 20;21)

CCG-Auswertung entsprechend den Parametern der Abb. 5:

seitlicher Abweichungswinkel ca. 3° nach links,
Abweichungslänge ca. 105 cm,
endstelliger Drehwinkel des Hauptes ca. 3° nach links,
Lateralschwankungen des Hauptes ca. 8 cm.

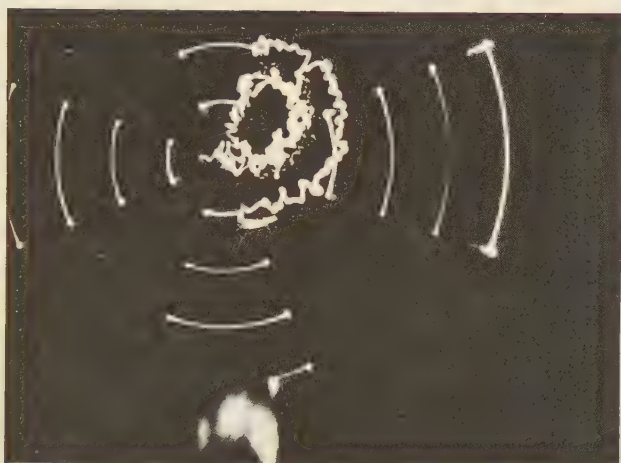


Abb. 17 M.N., weiblich, 60 Jahre. Tympanoplastik links.
Extreme Linksdrehung. Senkrechte Projektion.

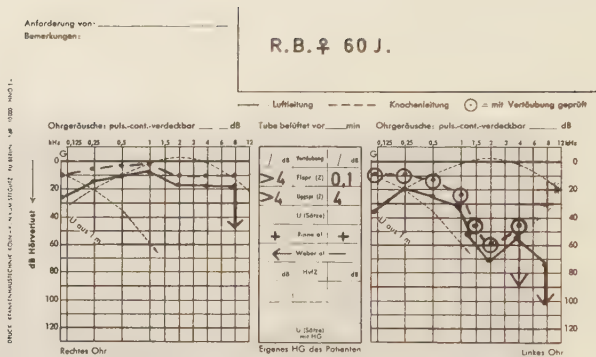


Abb. 18 Innenohrschwerhörigkeit links.

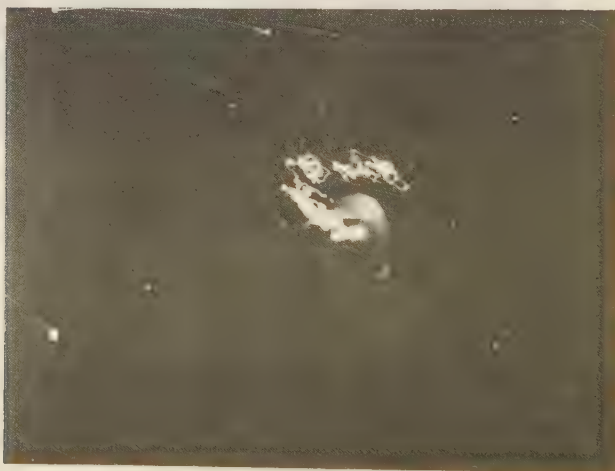


Abb. 19 R.B., weiblich, 60 Jahre. Periphere Störung links. Seitliche Abweichung und endstellige Drehung nach links. Schräge, spiegelbildliche Projektion.

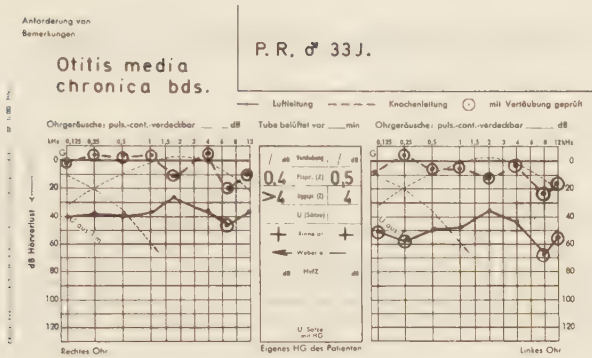


Abb. 20 Beidseits mittelgradige Schalleitungsschwerhörigkeit.

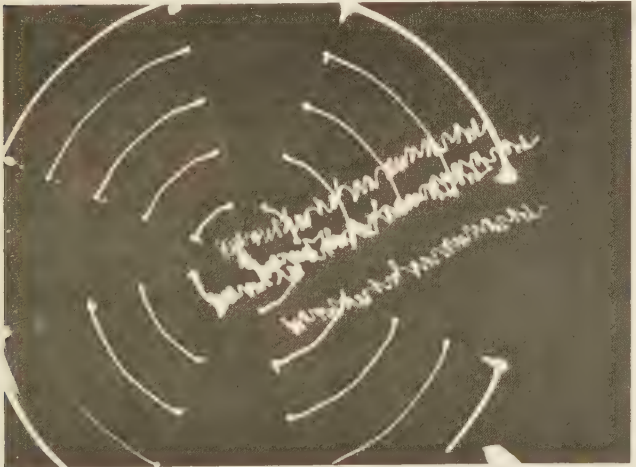


Abb. 21 P. R., männlich, 33 Jahre. Otitis media chronica beidseits. Keine seitliche Abweichung oder endstellige Drehung. Senkrechte Projektion.

4. ZENTRALE GLEICHGEWICHTSFUNKTIONSSTÖRUNGEN

Wie aus den statistischen Ergebnissen hervorgeht, ist das Charakteristikum der zentralen Gleichgewichtsfunktionsstörungen hinsichtlich des CCG-Befundes in den verbreiterten Lateralschwankungen zu sehen. Die Fallzusammenstellung wird unter diesen Gesichtspunkt gesetzt.

Zunächst soll auf die Beziehung zwischen endstelliger Drehung und seitlicher Abweichung bei den zentralen Störungen eingegangen werden. Ordnet man diese Fälle in einem Koordinatensystem so an, daß die endstellige Drehung der seitlichen Abweichung gegenübergestellt wird, so läßt sich ein linearer Zusammenhang erkennen (Abb. 22). Je größer die endstellige Drehung ist, desto größer wird auch die seitliche Abweichung und umgekehrt. Diese Regressionsgerade verläuft bei 1:1 - Darstellung ungefähr mit einem Steigungswinkel von 45° und schneidet den Nullpunkt. Für die Fälle der peripheren Störungen (Abb. 16) zeigt die Regressionsgerade einen ähnlichen Verlauf, allerdings mit einer geringeren Steigung.

In dieser Darstellung bilden die zentralen Störungen, verglichen mit den peripheren, eine homogenere Gruppe.

ZENTRALE STÖRUNGEN

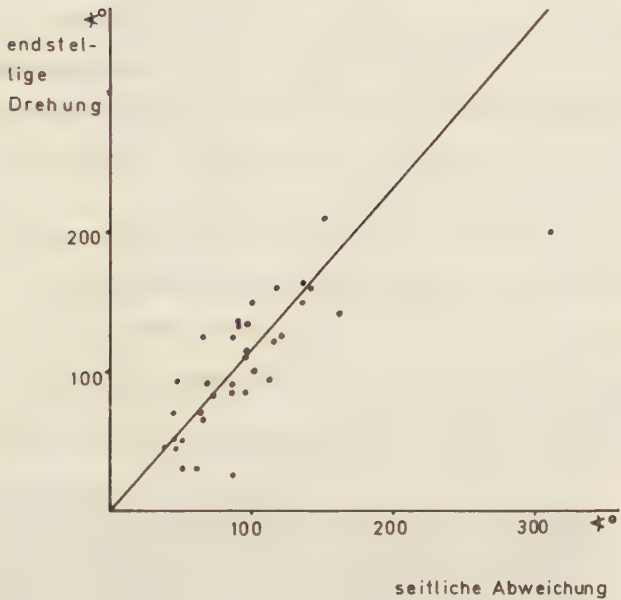
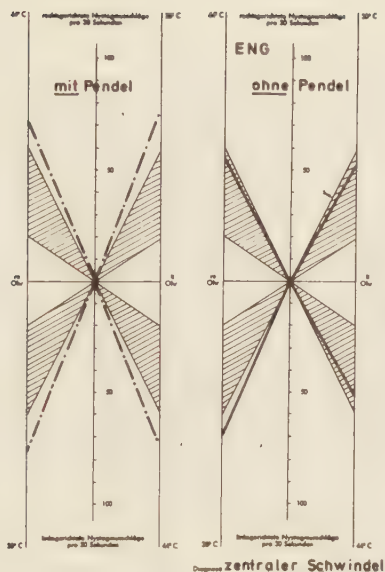


Abb. 22 Graphische Darstellung des Verhältnisses zwischen endstelliger Drehung und seitlicher Abweichung bei Patienten mit einer zentralen Gleichgewichtsfunktionsstörung. Man beachte die weitgehend lineare Abhängigkeit zwischen beiden Parametern bei dieser Patientengruppe.



E. G. ♂ 65 J.

Abb. 23 Enthemmung des kalorischen Nystagmus bei gleichzeitiger Blickpendelfolge.

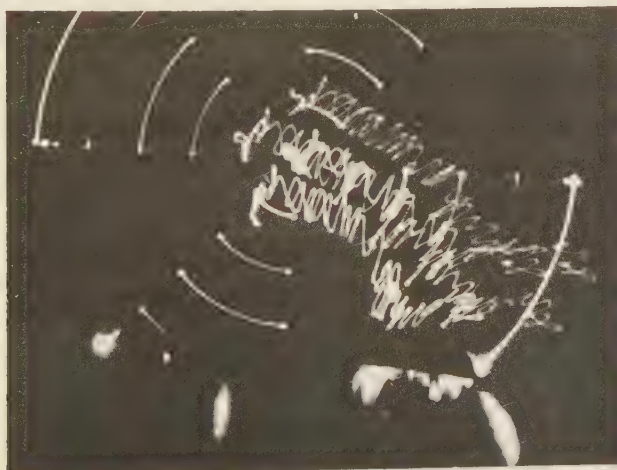


Abb. 24 E. G., männlich, 65 Jahre. Zentrale Gleichgewichtsfunktionsstörung. Verbreiterte Lateralschwankungen. Endstellige Drehung nach rechts. Senkrechte Projektion.

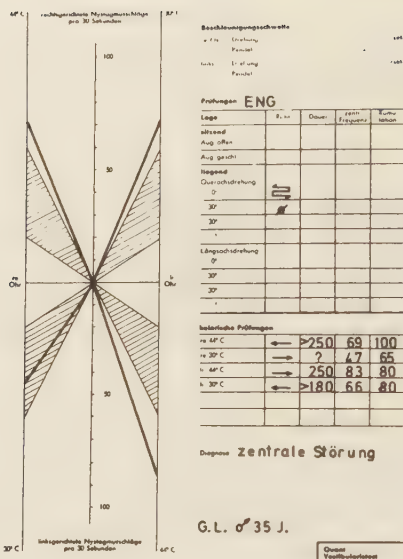


Abb. 25 Typ des großen Schmetterlings.



Abb 26 G.L., männlich, 35 Jahre. Breite Lateralschwankungen bei zentraler Störung. Schräge, spiegelbildliche Projektion.

Im Zusammenhang mit den zentralen Störungen soll ein Fall besonders erwähnt werden, bei dem eine isolierte vestibulo-spinale Gleichgewichtsfunktionsstörung angenommen werden muß.

B.H., weiblich, 54 Jahre.

Seit Jahren Dreh- und Schwankschwindel mit Übelkeit, Fallneigung mehr nach rechts, Unsicherheitsgefühl beim Stehen und Gehen. Zeitweise Tinnitus und Doppelbilder, häufig Kribbeln in beiden Händen und Schmerz im Nacken. Röntgenologisch gesicherte Diagnose: basilare Impression bei cervico-occipitaler Dysplasie. (Abb. 27) Verdacht auf Kompression der A. vertebralis. Bei der kalorischen Gleichgewichtsfunktionsprüfung keine Abweichung von der Norm, also keine Störung des vestibulo-oculären Systems. Leichte Störung der vertikalen Blickpendelfolge. Bei gleichzeitiger Pendelfolge gute Unterdrückung des kalorischen Nystagmus. Auffälliger Befund im CCG: sehr weit ausladende, breite Lateralschwankungen. (Abb. 28)

Auswertung des CCG entsprechend den Parametern der Abb. 5: Lateralschwankungsbreite des Hauptes ca. 38 cm, andere Parameter nicht verwertbar; Vor- und Rückwärtsbewegungen.

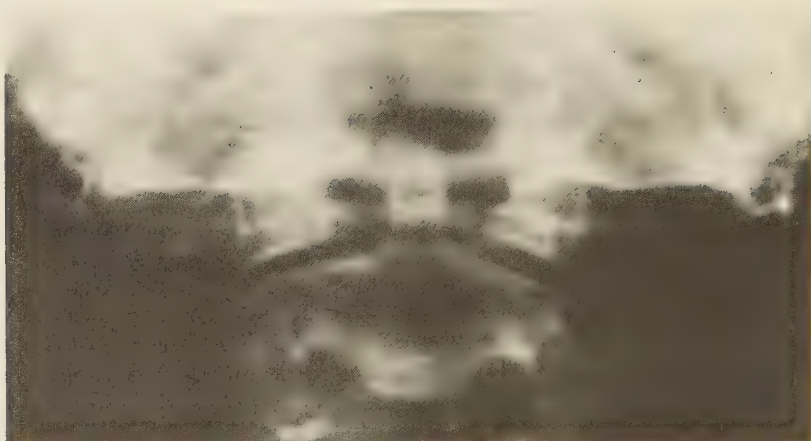


Abb. 27 B.H., weiblich, 54 Jahre. Röntgenbild des Schädels und der oberen Halswirbelsäule. Bei der hier erkennbaren basilaren Impression überragt der Dens epistropheus die Verbindungslinie zwischen beiden Mastoidfortsätzen. Ursächlich handelt es sich hier um eine cervico-occipitale Dysplasie mit Occipitalwirbel. Letzterer ist über dem Atlas sichtbar.



Abb. 28 Dieselbe Patientin. Weit ausladende breite Lateralschwankungen. Verdacht auf isolierte vestibulo-spinale Gleichgewichtsfunktionsstörung. Schräge, spiegelbildliche Projektion.

Ein Fall mit zentraler Gleichgewichtsfunktionsstörung infolge einer bestehenden Herzinsuffizienz weist sowohl eine Störung im vestibulo-oculären als auch im vestibulo-spinalen System auf.

E.M., männlich, 73 Jahre.

Seit längerer Zeit Herzinsuffizienz. Therapie mit Lanicor. Drehschwindel und Gangunsicherheit, Fallneigung nach rechts. Im Elektronystagmogramm nystaktisches Richtungsüberwiegen des rechtsgerichteten Nystagmus. Im CCG verbreiterte Lateralschwankungen. (Abb. 29;30)

CCG-Auswertung entsprechend den Parametern der Abb. 5: seitlicher Abweichungswinkel ca. 5° nach links, Abweichungslänge ca. 40 cm, endstelliger Drehwinkel des Hauptes ca. 5° nach Links, Lateralschwankungen des Hauptes ca. 20 cm.

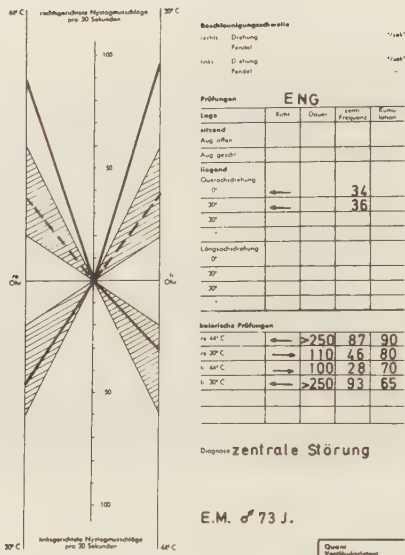


Abb. 29 Nystaktisches Richtungsüberwiegen.

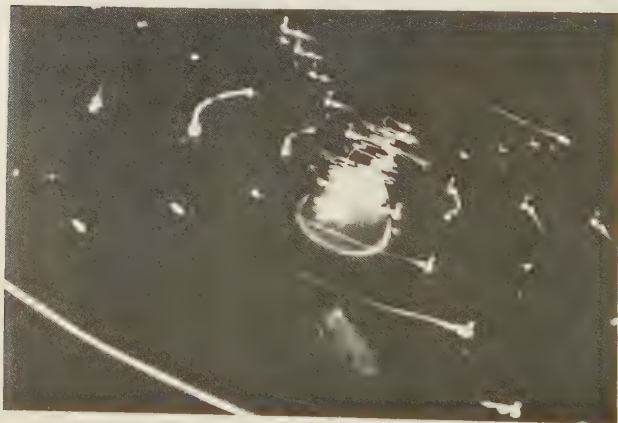


Abb. 30 E.M., männlich, 73 Jahre. Zentrale Gleichgewichts-
 funktionsstörung bei Herzinsuffizienz. Verbreiterte
 Lateralschwankungen. Schräge, spiegelbild-
 liche Projektion.

5. FÄLLE OHNE GESICHERTE ZENTRALE ODER PERIPHERE GLEICHGEWICHTSFUNKTIONSSSTÖRUNG

In dieser Gruppe sind 3 Fälle zusammengetragen, bei denen wohl der Verdacht auf eine Gleichgewichtsfunktionsstörung besteht. Diese läßt sich mit den gebräuchlichen Untersuchungen jedoch nicht objektivieren bzw. lokalisieren. Hinweise könnten allein durch das CCG gegeben sein.

Einmal handelt es sich um Zustand nach Herzinfarkt, wo es zur hypoxaemischen Hirnschädigung infolge Mangeldurchblutung gekommen sein kann. Zum anderen handelt es sich um einen Fall von Diabetes mellitus, wo eine hypoxaemische Stammhirnschädigung infolge einer generalisierten Gefäßlaesion denkbar ist.

D.M., männlich, 49 Jahre.

Vor 1 Jahr Herzinfarkt, anschließend Dekompensationszeichen. Behandlung mit Lanicor. Marcumarisierung. Im Elektornystagmogramm keine Besonderheiten. Im CCG stark verbreiterte Lateralschwankungen. Nicht sicher lokalisierbare Gleichgewichtsfunktionsstörung. (Abb. 31)

CCG-Auswertung entsprechend den Parametern der Abb. 5:
seitlicher Abweichungswinkel ca. 5° nach rechts,
Abweichungslänge ca. 70 cm,
endstelliger Drehwinkel des Hauptes ca. 5° nach rechts,
Lateralschwankungen des Hauptes ca. 28 cm.

H.N., weiblich, 63 Jahre.

Seit Jahren Diabetes mellitus. Letzte Blutzuckerwerte um 200 mg%. Zeitweise leichter Drehschwindel. Unauffälliges Elektronystagogramm. Im CCG verbreiterte Lateralschwankungen. Verdacht auf nicht sicher lokalisierbare Gleichgewichtsfunktionsstörung. (Abb. 32)

CCG-Auswertung entsprechend den Parametern der Abb. 5: seitlicher Abweichungswinkel ca. 24° nach links, Abweichungslänge ca. 90 cm, endstelliger Drehwinkel des Hauptes ca. 35° nach rechts, Lateralschwankungen des Hauptes ca. 20 cm.

Schließlich sei hier noch eine Patientin mit einem psychogenen Schwindel ohne reproduzierbare CCG-Befunde angeführt. Charakteristisch sind die zeitweise auffälligen Befunde der großen Lateralschwankungen, stark geknotetes Bewegungsmuster und der plötzliche Wechsel zu ganz anderen Bewegungsmustern. Die Versuchsergebnisse bei Wiederholungen sind nicht identisch.

E.S., weiblich, 61 Jahre.

Bei der Untersuchung mißtrauisch und gereizt. Jahrelange Einnahme eines Antidepressivum. Zeitweise leichter Schwankschwindel. 3 CCG-Bilder liegen vor. Das 2. stellt die Wiederholung nach 10 Minuten, das 3. nach 2 Wochen, dar. Vergleicht man das diffuse Gangbild der 1 Aufnahme

mit den folgenden, so liegt der Verdacht einer Simulation nahe. Gegenüber dem 1. Bild weisen das 2. und 3. eine größere Ähnlichkeit und unauffällige Struktur auf. (Abb. 33-35)

CCG-Auswertung entsprechend den Parametern der Abb. 5:

Abb. 33 nicht sicher auswertbar.

seitlicher Abweichungswinkel in Abb. 34 ca. 45° ,
in Abb. 35 ca. 17° nach links,
Abweichungslänge in Abb. 34 ca. 135 cm, in Abb. 35 ca. 70 cm,
endstelliger Drehwinkel des Hauptes in Abb. 34 ca. 50° ,
in Abb. 35 ca. 50° nach links,
Lateralschwankungen des Hauptes in Abb. 34 ca. 8 cm,
in Abb. 35 ca. 11 cm.

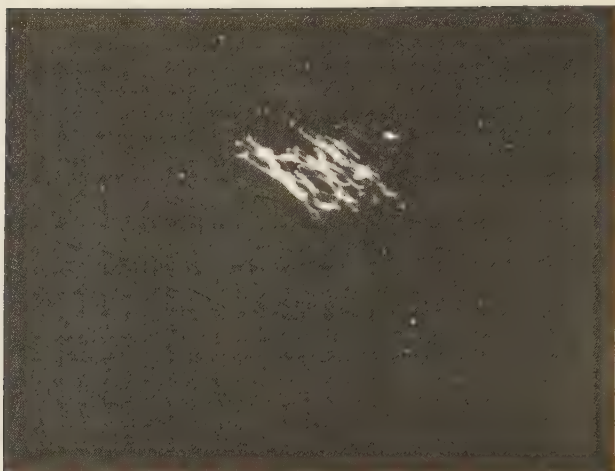


Abb. 31 D.M., männlich, 49 Jahre. Zustand nach Herzinfarkt. Nicht sicher lokalisierbare Gleichgewichtsfunktionsstörung. Verbreiterte Lateralschwankungen. Schräge, spiegelbildliche Projektion.



Abb. 32 H.N., weiblich, 63 Jahre. Diabetes mellitus. Nicht sicher lokalisierbare Gleichgewichtsfunktionsstörung. Breite Lateralschwankungen. Schräge, spiegelbildliche Projektion.



Abb. 33 E.S., weiblich, 61 Jahre. Verdacht auf psychogenen Schwindel. Senkrechte Projektion.



Abb. 34 Dieselbe Patientin. Zweite Aufnahme nach 10 Minuten. Senkrechte Projektion.



Abb. 35 Dieselbe Patientin. Wiederholung nach 2 Wochen. Senkrechte Projektion.

6. VERLAUFSKONTROLLE

Es soll ein Fall gezeigt werden, bei dem der Zusammenhang zwischen Veränderungen im Elektronystagmogramm und im CCG bei Verlaufskontrollen erkennbar ist.

M.B., weiblich, 56 Jahre.

Seit 2 Jahren Drehschwindelanfälle mit Übelkeit, Erbrechen. Tinnitus links. Im Tonschwellenaudiogramm Innenohrschwerhörigkeit links. Es liegen Untersuchungen vor vom Tag eines Anfalls, vom folgenden Tag eines weiteren Anfalls und eine Untersuchung im Intervall.

1. Im Elektronystagmogramm Warmverlust links, entsprechend einer akuten peripheren Gleichgewichtsfunktionsstörung links. Im CCG seitliche Abweichung und endstellige Drehung nach links außerhalb des Normbereiches. (Abb. 36)

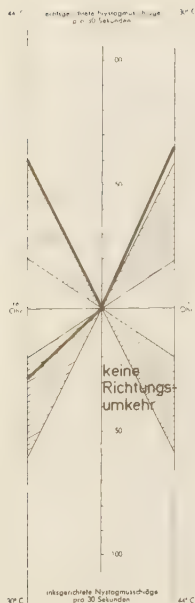
CCG-Auswertung entsprechend den Parametern der Abb. 5: seitlicher Abweichungswinkel ca. 110° nach links, Abweichungslänge ca. 60 cm, endstelliger Drehwinkel des Hauptes ca. 80° nach links, Lateralschwankungen des Hauptes ca. 15 cm.

2. Im Elektronystagmogramm normale kalorische Erreerbarkeit. Im CCG eine weitaus geringere seitliche Abweichung und endstellige Drehung nach links. (Abb. 37)

CCG-Auswertung entsprechend den Parametern der Abb. 5: seitlicher Abweichungswinkel ca. 20° nach links, Abweichungslänge ca. 20 cm, endstelliger Drehwinkel des Hauptes ca. 45° nach links, Lateralschwankungen des Hauptes ca. 5 cm.

3. Im Elektronystagmogramm stärkere kalorische Erregbarkeit links, als relatives Überwiegen in der Erholungsphase zu werten. Im CCG wiederum seitliche Abweichung nach links, aber eine deutliche endstellige Drehung des Kopfes nach rechts, also zur Seite der geringeren kalorischen Erregbarkeit. (Abb. 38)

CCG-Auswertung entsprechend den Parametern der Abb. 5: seitlicher Abweichungswinkel ca. 15° nach links, Abweichungslänge ca. 35 cm, endstelliger Drehwinkel des Hauptes ca. 45° nach rechts, Lateralschwankungen des Hauptes ca. 15 cm.



Beschleunigungsschwellen

rechts Drehung
Pendel

links Drehung
Pendel

100

100

Prüfungen ENG

Lage	Recht	Dauer	Zeitpunkt	Körperlage
sitzend				
Aus offen				
Aus geschl.				
liegend				
Querstrahlung				
0°				
30°				
60°				
90°				
120°				
150°				
180°				
210°				
240°				
270°				
300°				
330°				
360°				
kalorisch				
re 44°C	←	250	60	80
re 30°C	→	?	28	80
li 44°C	→	250	65	60
li 30°C	←	?	28	80

Pat. H.B. ♀ 56 J.

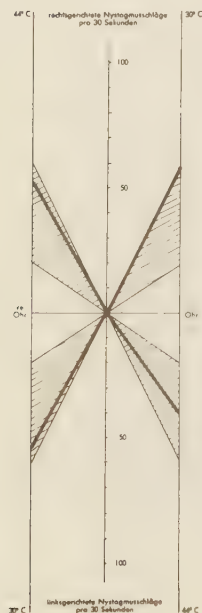
Diagnose akute Gleichgewichts-
funktionsstörung li

1. Untersuchung

Quelle Vestibulärtest



Abb. 36 H.B., weiblich, 56 Jahre.
Akute Gleichgewichtsfun-
ktionsstörung links. Seitli-
che Abweichung und endstel-
lige Drehung nach links.
Schräge, spiegelbildliche
Projektion.



Beschleunigungsschwellen

rechts Drehung
Pendel

links Drehung
Pendel

100

100

Prüfungen ENG

Lage	Recht	Dauer	Zeitpunkt	Körperlage
sitzend				
Aus offen				
Aus geschl.				
liegend				
Querstrahlung				
0°				
30°				
60°				
90°				
120°				
150°				
180°				
210°				
240°				
270°				
300°				
330°				
360°				
kalorisch				
re 44°C	←	>250	52	70
re 30°C	→	170	54	50
li 44°C	→	110	40	55
li 30°C	←	?	60	45

Diagnose akute Gleichgewichts-
funktionsstörung li

2. Untersuchung

H.B. ♀ 56 J.

Quelle Vestibulärtest



Abb. 37 Dieselbe Patientin
nach ca. 3 Wochen. Kalorische
Erregbarkeit im Normbereich.
Geringere seitliche Abwei-
chung und endstellige Dre-
hung. Schräge, spiegelbildli-
che Projektion.

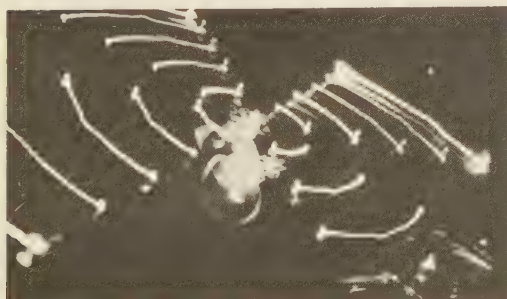
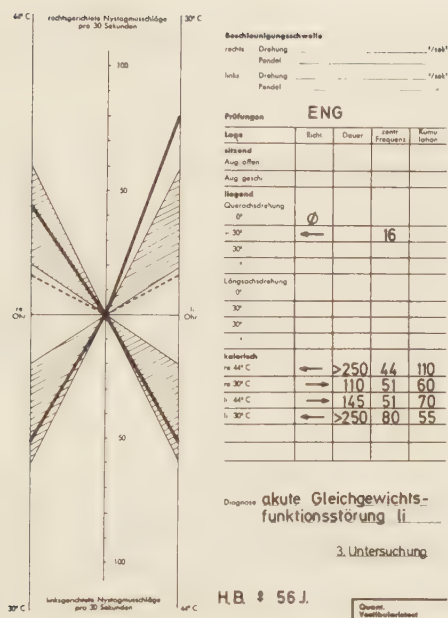


Abb. 38 Dieselbe Patientin nach weiteren 7 Tagen. Stärkere kalorische Erregbarkeit links, aber endstellige Drehung des Kopfes nach rechts. Spierebldliche, schräge Projektion.

7. BEISPIELE VON GLEICHGERICHTETER SEITLICHER ABWEICHUNG UND ENDSTELLIGER DREHUNG

Um die Konstanz, die identische Reproduzierbarkeit der erhobenen Befunde, zu ermitteln, wird das Ergebnis der mehrfachen unmittelbaren Wiederholung auf einem Foto festgehalten. Dabei zeigt sich, daß die Patienten zum Teil immer wieder in gleichen Bahnen, in gleichen seitlichen Abweichungen, auslenken.

Um über größere Zeiträume hinaus die Reproduzierbarkeit zu kontrollieren, müssen verschiedene Aufnahmen an verschiedenen Tagen angefertigt werden. Korrelationskoeffizienten, nach PEARSON (20) berechnet, sind in der Tabelle 2 eingetragen. Ergebnisse für die Lateralschwankungen sind dort ebenfalls verzeichnet.

In der Folge sollen zwei Fälle demonstriert werden.

1. unmittelbar Wiederholung:

S.N., weiblich, 71 Jahre.

Kein sicherer Anhalt für eine Gleichgewichtsfunktionsstörung. Im CCG nahezu identische seitliche Abweichung und endstellige Drehung nach links. (Abb. 39)

CCG-Auswertung entsprechend den Parametern der Abb. 5: seitlicher Abweichungswinkel ca. 30° - 65° nach links, Abweichungslänge ca. 120 cm, endstelliger Drehwinkel des Hauptes ca. 90° nach links, Lateralschwankungen des Hauptes ca. 5 cm.

2. Wiederholung nach 14 Tagen:

I.S., männlich, 15 Jahre.

Otitis media chronica beidseits. Rechtsabweichung und
-drehung in beiden vorliegenden CCG-Bildern. (Abb. 40;
Abb. 41).

CCG-Auswertung entsprechend den Parametern der Abb. 5:
seitlicher Abweichungswinkel in Abb. 40 ca. 45° ,
in Abb. 41 ca. 30° nach rechts,
Abweichungslänge in Abb. 40 ca. 80 cm, in Abb. 41 ca. 85 cm,
endstelliger Drehwinkel des Hauptes in Abb. 40 ca. 105° ,
in Abb. 41 ca. 96° nach rechts.
Lateralschwankungen des Hauptes in Abb. 40 und 41 ca 6 cm.

Tabelle 2

Korrelationskoeffizienten nach Pearson

Prüfung der Reproduzierbarkeit von seitlicher Abweichung und endstelliger Drehung.

Alle Wiederholungen (77 Fälle)

gleichgerichtete seitliche Abweichungen:	0,47
gleichgerichtete endstellige Drehungen:	0,44

Wiederholungen unmittelbar und bis zu 10 Minuten (12 Fälle)

gleichgerichtete seitliche Abweichungen:	0,63
gleichgerichtete endstellige Drehungen:	0,49

Wiederholungen nach 2 Stunden (34 Fälle)

gleichgerichtete seitliche Abweichungen:	0,43
gleichgerichtete endstellige Drehungen:	0,53

Wiederholungen nach 1 Woche und länger (31 Fälle)

gleichgerichtete seitliche Abweichungen:	0,35
gleichgerichtete endstellige Drehungen:	0,25

Lateralschwankungen - Übereinstimmung bis auf ± 3 cm

alle Fälle:	73 %
unmittelbare Wiederholung:	91 %
Wiederholung nach 2 Stunden:	79 %
Wiederholung nach 1 Woche und länger:	58 %



Abb. 39 S.N., weiblich, 71 Jahre. Unmittelbar reproduzierbare seitliche Abweichung und endstellige Drehung nach links. Schräge, spiegelbildliche Projektion.



Abb. 40 I.S., männlich, 15 Jahre. Senkrechte Projektion.



Abb. 41 Derselbe Patient. Wiederholung nach 2 Wochen. Senkrechte Projektion.

IV. DISKUSSION

In Übereinstimmung mit BRODAL (1),CLAUSSEN (2),DOLOWITZ et al. (12;13),HENRIKSSON et al. (23),PEITERSEN (28), ROBERTS (30) und ZILSTORFF-PEDERSEN et al. (37) wird die Auffassung vertreten,daß besondere Steuermechanismen der Bewegung und Haltung des menschlichen Hauptes beim Stehen und Gehen dienen.

Die vorliegende Arbeit versucht,die Kopfbewegungen beim Gehen für die klinische Diagnostik zu objektivieren und numerisch auszuwerten.

Mit der Cranio-Corpo-Graphie werden mittelbar über die Darstellung von Leuchtsuren des Kopfes im Polarkoordinatensystem während des Stentestes Körperstellreaktionen sichtbar gemacht.Die quantitative Auswertung erfolgt nach 4 Parametern: der seitlichen Abweichung,der endstelligen Drehung des Kopfes,der Strecke zwischen Ausgangs- und Endposition und den Lateralschwankungen des Kopfes während jedes einzelnen Schrittes.

Die Cranio-Corpo-Graphie mit geöffnetem Kameraverschluß und Aufblick auf den Patienten ist sowohl in hohen als

auch in niedrigen Räumen durchführbar. In niedrigen Räumen wird ein Spiegel dazwischengeschaltet, um die virtuelle Tiefe und den Ausblick von oben zu benutzen. Die Einblendung eines Polarkoordinatensystems ermöglicht es, auch Schrägprojektionen auszuwerten. Das Polarkoordinatensystem, das bei senkrechtem Ausblick kreisförmig abgebildet ist, verläuft dann ellipsenförmig. Da es sich in Kopfhöhe befindet, benötigt der auswertende Untersucher keine zusätzlichen Umrechnungstabellen.

Es sei angemerkt, daß diese Methode wesentlich störfreier und robuster ist als die z.Z. übliche hochgezüchtete elektronenphysiologische Registriermethodik, und daß die Auswertung bedeutend einfacher ist.

Neben der Prüfung zentralnervöser Gleichgewichtssteuernder Strukturen geht in die Ergebnisse der Cranio-Corpo-Graphie auch viel von der vestibulären Steuerung ein. Der Patient, der angehalten ist, sich nach jedem Schritt wieder in die Ausgangsposition zurückzustellen, muß im Dunkeln mit geschlossenen Augen und vorgestreckten Armen sein inneres Navigationssystem, d.h. die Vestibularorgane und die dazugehörigen zentralnervösen Strukturen zu Hilfe nehmen, um raumorientiert zu bleiben.

Eine Störung im vestibulären System kann durch die entsprechende Seitenabweichung oder durch die großen Lateralschwankungen sichtbar werden.

Der Test ist einfach durchführbar. Innerhalb von 40 Minuten können 10 Probanden untersucht und die Ergebnisse vollständig ausgewertet werden. Damit kommt diese Methode in Frage für Screenings an großen Probandengruppen, wie sie in der Arbeitsmedizin oder in der Sozialmedizin erwünscht sind. Man könnte eine Vorauswahl treffen z.B. für Flugpersonal, Fahr- und Steuerpersonal und für Personal in besonders schwindelanfälligen Berufen. Sozialmedizinisch ließe sich mit diesem Test ein erster Überblick verschaffen, inwieweit schwindelkranke Patienten noch oder wieder umweltorientiert sind.

Berücksichtigt man zusätzlich den geringen Aufwand und die geringen Investitionen, dann dürfte die Cranio-Corpo-Graphie in die allgemeine otologische und neurologische Gutachtenpraxis Eingang finden.

Um diesen Test für die Klinik anwendbar zu machen und um das Verfahren vorläufig zu normieren, wird von dem vorhan-

denen Patientenmaterial ausgegangen, das sich aus Versuchspersonen ohne pathologischen Gleichgewichtsbefund, mit pathologischem Ohrbefund und mit pathologischem Nystagmusbefund sowohl peripherer als auch zentraler Aetiologie zusammensetzt. Mittelwerte und Standardabweichungen werden sowohl für die einzelnen Patientengruppen als auch für das gesamte Kollektiv berechnet.

Für die Abgrenzung des Pathologischen vom sogenannten Normalen erscheint es sinnvoller z.Z., nicht die engeren Streubreiten bei den beiden diagnostisch wichtigen Parametern der 87 Fälle ohne pathologischen Befund anzulegen. (s. Abb. 12 und 13), sondern auf den umfassenderen Bereich aller 247 Fälle zurückzugreifen. (s. Tab. 1; Abb. 12; 13) Dieses Verfahren steht im Einklang mit der Methode, die CLAUSSEN (2;4;5;7) wiederholt angewendet hat und mit der er auch über mehrere Jahre hinweg konstant reproduzierbare Normbereiche bei gemischten Kollektiven bei z.B. der Schmetterlingsvestibulometrie erzielen konnte.

Durch diese Definition gibt es eine klare Randabgrenzung des als sicher pathologisch angesprochenen Bereiches. Die Zone einer möglichen Randunschärfe ist dann noch in den Normbereich qua definitionem eingeschlossen (CROW et al. (10), HENGST (20)).

Wie aus Tabelle 1 und den Abb. 12 - 15 hervorgeht, kommen der Lateralschwankungsbreite des Hauptes während jedes einzelnen Schrittes und dem seitlichen Abweichungswinkel von allen in Abb. 5 aufgeführten CCG-Parametern - nämlich der Lateralschwankungsbreite des Hauptes während jedes einzelnen Schrittes, dem seitlichen Abweichungswinkel, dem endstelligen Drehwinkel des Hauptes und der Abweichungslänge - die größte praktisch diagnostische Bedeutung zu. Aus den Normbereichen des seitlichen Abweichungswinkels und der Abweichungslänge läßt sich ein einfaches Normblatt auf der Basis von Polarkoordinaten ableiten, das eine schnelle graphische Auswertung des CCG-Bildes zuläßt (s. Abb. 10). Der endstellige Drehwinkel und die Lateralschwankungsbreite werden aber aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht in dieses Schema einbezogen und müßten weiterhin gesondert betrachtet werden. (s. Abb. 4 und 11)

Bei den mittleren Endstellungen findet man im Polarkoordinatensystem eine leichte betragsmäßige seitliche Rechtsabweichung. Zahlenmäßig überwiegen die Linksabweichungen. Insgesamt kann daraus geschlossen werden, daß die Seitenbevorzugung relativ unspezifisch ist, was auch aus dem großen Normbereich für die Endstellungen hervorgeht. (Abb. 10). Dort erstrecken sich die breiten Varianzbereiche nach beiden Seiten der Geradeausrichtung.

Gerade an dem Normbereich der endstelligen Skalare muß bei der Berechnung von Mittelwert $\pm$ Varianz eine gewisse Kritik geübt werden, da der Nullpunkt nicht in den Normbereich fällt. Die meisten Probanden, die am Ort, also auf der Stelle stehen bleiben, sind gesunde Versuchspersonen. Man müßte also diesen Bereich vielleicht mit in das Normbild einbeziehen. Dieses würde dann keilförmig auf den Nullpunkt zulaufen. Angesichts der großen Zahl von Untersuchungen fällt diese kleine Gruppe aber heraus, so daß sie bei mathematisch exakter Darstellung zunächst unberücksichtigt gelassen werden muß. Ohnehin ist der Skalar von geringer diagnostischer Bedeutung.

Bei den peripheren Störungen heben sich Mittelwert $\pm$ Varianz der seitlichen Abweichung sichtbar vom Normbereich aller Untersuchungen und dem der Versuchspersonen ohne pathologischen Befund ab. Daraus könnte gefolgert werden, daß diese Patienten in größerem Umfang als gesunde Versuchspersonen dazu neigen, nach einer Seite zu übersteuern. Dieser Gedanke erscheint plausibel, wenn man bedenkt, daß gerade die vestibuläre Gleichgewichtssteuerung der spinalen Bereiche stark durch den Tonus in beiden Vestibularorganen beeinflusst wird. (ROBERTS(30)). Eine Tonusverschiebung zwischen beiden Innenohren verursacht somit eine Abweichung auf das unterfunktionierende Organ.

Ein wichtiges Ergebnis im Zusammenhang mit den peripheren Störungen sind die homolateralen Abweichungen zur erkrankten bzw. operierten Seite .Die Korrelationskoeffizienten nach PEARSON (20) weisen sowohl für die endstellige Drehung des Kopfes als auch für die seitliche Abweichung bei einseitiger Ohrerkrankung mit 0,575 und 0,633 auf eine deutliche Abhängigkeit hin. Mit 0,47 und 0,36 wird der Zusammenhang mit Ohroperationen geringer, ist aber noch sichtbar.

Diese Befunde stützen die Ergebnisse von PEITERSEN (28) und ZILSTORFF-PEDERSEN (37), die seinerzeit größere Versuchsserien in zeitlichem Zusammenhang mit Stapedektomien durchgeführt haben. Damals ergaben ihre Steptestversuche, daß die Patienten bevorzugt zur Seite des operierten Ohres mit einem Maximum am 14. Tag abwichen, obschon in den Tonschwellenaudiogrammen keine Veränderungen der Innenohrfunktion, d.h. der Knochenleitungskurve, feststellbar war.

Die Fälle der zentralen Gleichgewichtsfunktionsstörungen heben sich am deutlichsten von den übrigen Gruppen durch eine signifikante Verbreiterung der Lateralschwankungen des Kopfes ab. Dieser bisher wenig beachtete Parameter tritt mit der Einführung der Cranio-Corpo-Graphie in den

Vordergrund. Die meisten bisher gebräuchlichen Registrier-
methoden verwenden eine fortlaufende Aufzeichnung der Stel-
lung der Füße oder des Körperschwerpunktes, nicht aber der
Stellung des Kopfes.

Der weit ausfahrende ataktische Gang des Kleinhirngeschä-
digten, die großen Schwankungen im RÖMBERG-Test sind bekannte
Befunde. Objektivierbar werden diese erst durch die Aufzeich-
nung der Schwankungen in Kopfhöhe.

Wichtig erscheint die Frage der Reproduzierbarkeit der er-
hobenen Befunde.

Eine nahezu identische Abweichung am gleichen Tage kommt
auf der Mehrfachaufnahme im Falle der Patientin mit der
konstanten linksgerichteten seitlichen Abweichung bzw. end-
stelligen Drehung zum Ausdruck (Abb. 39).

Pathologische Befunde weisen auch über eine größere Zeit
hinweg eine relative Konstanz der Abweichungen auf. Diese
ist gerade zu fordern, wenn man Einzelaufnahmen für Gutach-
ten anfertigen und aussagekräftig verwerten will.

In der otoneurologischen Systemanalyse des zentralen Ner-
vensystems wird durch die Cranio-Corpo-Graphie das vesti-

bulo-spinale System getestet. Nach der in unserem Labor verwendeten Einteilung untersuchen wir das vestibulo-oculäre System einseitig mit Hilfe der kalorischen Vestibularisreaktion, beidseitig mittels der Drehreaktion. Das retino-oculäre System wird mit Hilfe der Blickpendelfolge und des orthogonalen Blickfolgetestes mit Drachenschemaauswertung geprüft. Die vestibulo-retinale Interferenz betrachten wir im Kalorisations-Pendel-Interferenz-Test bei simultaner Augensteuerungsanregung von zwei Rezentoren aus.

Mit der Cranio-Corpo-Graphie kann auch die Gleichgewichtssteuerung der ganzen Person erfaßt werden. Eine Störung der gesamten Gleichgewichtssteuerung kann dem Untersucher zuweilen entgehen, wenn die Reaktion eines isolierten Meßsystems in den Vordergrund tritt, wie etwa bei isolierter Testung der einzelnen Bogengänge, wie sie bisher mit der kalorischen Vestibularisreaktion mit und ohne Elektronystagogramm durchgeführt wird. (s. Abb. 28)

Damit könnte die Cranio-Corpo-Graphie einen wichtigen Platz in der systemtheoretisch folgerichtigen objektiven otoneurologischen Untersuchungstechnik einnehmen.

LITERATUR

1. Brodal, A.: Anatomical organization of cerebello-vestibular spinal pathways. Ciba Foundation Symposium of Myostatic, Kinesthetic and Vestibular Mechanisms. J. and A. Churchill Ltd., London, (1967), 148-166
2. Claussen, C.F.: Über die Aufzeichnung und Auswertung ausgewählter quantitativer Gleichgewichtsfunktionsprüfungen. z.Z. im Druck
3. Claussen, C.F.: Die quantitative Vestibularisprüfung, eine audiogramm-analoge Auswertung von Nystagmusbefunden. (Schmetterlingsschema). z.Z. im Druck
4. Claussen, C.F.: Die graphische Frequenzanalyse des manuell registrierten Blickfolgemechanismus. (Drachenschema). Zeitschrift Laryngol. Rhinol. 48, (1969), 670-678
5. Claussen, C.F.: Der Kalorisations-Pendel-Interferenztest (KPIT). I. Mitteilung: Eine Untersuchungsmethode der vestibulo-oculären und der retino-oculären Interferenz. z.Z. im Druck

6. Claussen, C.F.: Der Kalorisations-Pendel-Interferenz-Test (KPIIT).
II. Mitteilung: Möglichkeiten der retino-oculären und der vestibulo-oculären Interferenz, dargestellt an klinischen Fällen.
z.Z. im Druck
7. Claussen, C.F.: Gleichgewicht und ausgewählte quantitative Gleichgewichtsfunktionstests. (Neue Wege einer quantitativen Vestibulometrie).
Vortrag bei dem Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften in Bonn, gehalten am 13. Oktober 1969.
8. Claussen, C.F.: Objektive und quantitative Gleichgewichtsprüfungen.
Vortrag, gehalten an der Akademie für Arbeitsmedizin in Berlin am 20.4.1970.
9. Claussen, C.F.: Muster der Schmetterlings-Vestibulometrie und der Tonschwellenaudiometrie bei dem isolierten Bogengangs- und Labyrinthausfall.
z.Z. im Druck
10. Crow, E.L., Davis, F.A., Maxfield, L.W.:
Statistics Manual
Dover Publications, Inc., New York,
(1960)

11. Dokumenta Geigy: Wissenschaftliche Tabellen, 7. Auflage, J.R. Geigy AG, Pharma, Basel, (1968)
12. Dolowitz, D.A., Forssman, D., Henriksson, N.G.:
 Studies of cristospinal reflexes (lateral torsion)
 III. Patterns of cristoocular and cristospinal reflexes in clinical Otoneurology.
 Acta Oto-Laryngologica, 55, Stockholm, (1962), 496-501
13. Dolowitz, D.A., Henriksson, N.G., Forssman, D.:
 Lateral torsion: A vestibular spinal reflex.
 Laryngoscope, 73, (1963), 893-905
14. Fregly, R., Graybiel, A.:
 Labyrinthine defects as shown by ataxia and caloric tests.
 NASA Reports NAMI, (1968), 994
15. Fukuda, T.:
 Vertical writing with eyes covered. A new test of vestibular spinal reaction.
 Acta Oto-Laryngologica, 50, Stockholm, (1959), 26-36
16. Fukuda, T.:
 The stepping test: Two phases of the Labyrinthine reflex.
 Acta Oto-Laryngologica, 50, Stockholm, (1959), 95-108

17. Graybiel, A., Fregly, A.R.:
A new quantitative ataxia test
battery. The role of the vestibular
organs in the exploration
of space.
NASA-SP-77, (1965), 99-118
18. Güttich, H.:
Vortrag ,gehalten vor der Medi-
zinischen Gesellschaft Göttingen
am 9.VII.1959.
Klin.Wochenschrift 38, (1960), 95
19. Goebel, P.:
Der Kalorisations-Pendel-Interfe-
renztest (KPIT) und typische Mu-
ster bei Auswertung mittels des
Schmetterlingsschema.
z.Z. im Druck
20. Hengst, M.:
Einführung in die Mathematische
Statistik und ihre Anwendung.
Hochschultaschenbücher; Biblio-
graphisches Institut Mannheim,
Hochschultaschenbücher-Verlag,
(1967)
21. Henriksson, N.G., Johansson, G., Olsson, L.G., Östlund, H.:
Electric analysis of the Romberg-
test.
Acta oto-laryngologica (Stockholm),
Supplementum 224, (1967), 272-279

22. Henriksson, N.G., Lundgren, S., Lundgren, K., Nilsson, A.:
New techniques of oto-neurological diagnosis.
I. Analysis of eye movements.
Ciba Foundation Symposium of Myo-static, Kinesthetic and Vestibular Mechanisms.
J. and A. Churchill Ltd., London,
(1967), 219
23. Henriksson, N.G., Johansson, G., Östlund, H.:
New techniques of oto-neurological diagnosis.
II. Vestibulo-spinal and postural Patterns.
Ciba Foundation Symposium of Myo-static, Kinesthetic and Vestibular Mechanisms.
J. and A. Churchill Ltd., London,
(1967), 231-237
24. Huertas, J., Bracchi, F., Epstein, B.:
Spinal reflexes during increased gravity.
Second Symposium on the role of the vestibular organs in space exploration.
NASA-SP-115, (1966), 152-156
25. Kornhuber, H.:
Physiologie und Klinik des vestibulären Systems.
Archiv für klinisch experimentelle Ohr-, Nasen- und Kehlkopfheilkunde,
194, (1969), 111-148

26. Nyman, H.: A graphic registration of tipping and pointing reaction.
Acta Oto-Laryngologica, Stockholm, Supplementum 60, (1945)
27. Olivecrona, H., Tönnis, W.: Handbuch der Neurochirurgie.
Anomalien im Bereich der Schädelbasis und des kraniovertebralen Grenzgebietes.
Springer-Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg, (1960), 163-166
28. Peitersen, E.: Vestibular spinal reflexes: Theoretical and clinical aspects of the Stepping test.
Archives of Otolaryngology, 85, (1967), 192-198
29. Rademaker, G.J.: Das Stehen.
Monographie aus dem Gesamtgebiet der Neurologie und Psychiatrie.
Heft 59, Springer-Verlag, Berlin, (1931)
30. Roberts, T.D.M.: Labyrinthine control of the postural muscles.
Third Symposium of the role of the vestibular organs in space exploration.
NASA-SP-152, (1967), 149-167

31. Scheidt, W.: Lehrbuch der Neurologie
Georg-Thieme-Verlag Stuttgart,
(1968), 48
32. Schulz, J.: Die Vektoranalyse des orthogona-
len Tracking-Testes mit Hilfe des
Drachenmusters.
z.Z. im Druck
33. Seth, S.J., Sinka, A., Kacker, S.K.:
Vestibular disturbances after sta-
pedectomy as evaluated by the Fukuda
stepping test and writing test.
Annals of Otology, Rhinology, Laryngo-
logy, 77, St. Louis, (1968), 286-295
34. Talnis, L.: Zur Methode der graphischen Regi-
strierung des Zeige- und Einstell-
versuches der Arntonus- und Abweich-
reaktion.
Archiv für Ohrenheilkunde, 116,
(1927), 255-265
35. Uchytıl, J.: Methoden der objektiven Aufzeich-
nung vestibulo-spinaler Reflexe.
Monatsschrift für Ohrenheilkunde,
(1961), 554-558
36. Unterberger, S.: Neue objektiv registrierbare Vesti-
bularis-Körperdrehreaktionen, erhal-
ten durch Treten auf der Stelle.
Archiv für Ohren-, Nasen-, Kehlkopf-
heilkunde, 179, (1962), 273-282

37. Zilstorff-Pedersen, K, Peitersen, E.:

Vestibular spinal reflexes: Spontaneous alterations in position in normal persons during stepping test. Archives of Otolaryngology, 77, (1963), 237-242

ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Arbeit wird die diagnostische Verwendbarkeit der Cranio-Corpo-Graphie geprüft. Diese Untersuchungsmethode zeichnet Bewegungen des Kopfes und der Schultern während des Steptestes lichtoptisch so auf, daß eine quantitative Auswertung möglich ist. 4 Parameter werden verwertet: die seitliche Abweichung, die Endstrecke, die endstellige Drehung des Kopfes und die Lateralschwankungen des Kopfes während jedes einzelnen Schrittes. Versuchspersonen sind Gesunde und Patienten der HNO-Klinik- und Poliklinik im Klinikum der Freien Universität Berlin. Bei der Auswertung von 247 Untersuchungen erhält man eine Normalverteilung beidseits der Geradeausrichtung mit einem leichten Überwiegen nach rechts und einer breiten Streuung der seitlichen Abweichung und endstelligen Drehung sowie einer Vorwärtsbewegung bis zu ca. 1 Meter. Die bereits bekannten seitengleichen Abweichungen bei Ohroperierten werden bestätigt. Für einseitige Ohrerkrankungen liegt ein entsprechendes Ergebnis vor. Durch die Aufzeichnung der Kopfbewegungen gewinnt ein Parameter besondere Bedeutung: die Lateralschwankungen des Kopfes während jedes einzelnen Schrittes. Eine signifikante verbreiterung dieser Schwankungen wird bei Patienten mit zentralen Gleichgewichtsfunktionsstörungen gefunden.

Unter den Gleichgewichtsfunktionsprüfungen nimmt die Cranio-Corpo-Graphie eine gewisse Sonderstellung ein einmal durch die Möglichkeit, einen Eindruck über die Funktion des gesamten Gleichgewichtssystems zu gewinnen, zum anderen durch den geringen apparativen Aufwand, die einfache Durchführung und Auswertung. Die Cranio-Corpo-Graphie kann als grob orientierende Untersuchung an größeren Patientengruppen angewendet werden.

LEBENS LAUF

Am 7. März 1943 wurde ich in Neukirch/Ostproußen als Tochter des Arztes Dr. Herbert Schulz und seiner Ehefrau Gerda geb. Schützler geboren. Nach der Flucht wohnten wir in Waren/Müritz, später in Wolgast, wo ich die Grund- und Oberschule besuchte.

1961 kamen wir in die Bundesrepublik. Im Rahmen eines Ergänzungskursus legte ich in Delmenhorst die Reifeprüfung ab. In Hamburg begann ich mit dem Medizinstudium. Nach bestandener ärztlicher Vorprüfung studierte ich in Innsbruck und Berlin. Hier beendete ich das Studium 1968 mit dem Medizinischen Staatsexamen.

Meine Medizinalassistentenzeit absolvierte ich in der Inneren, Chirurgischen und Geburtshilflich-Gynäkologischen Abteilung in verschiedenen größeren Städtischen Krankenhäusern Berlins. Im Januar 1970 wurde ich approbiert. Anschließend war ich in der H.O.-Poliklinik im Klinikum Steglitz der Freien Universität Berlin in der Otoneurologie beschäftigt. In dieser Zeit entstand die vorliegende Arbeit.

Im August 1970 heiratete ich den Arzt Herbert Breu. Seit November 1970 bin ich in der Neurophysiologie in Freiburg i. Breisgau tätig.

